

## 왕겨초액 제조장치 개발

### Development of Chaff-vinegar Distiller

박규식 이기명 명병수 최중섭 김태욱  
 정회원 정회원 정회원 정회원 정회원  
 K. S. Park K. M. Lee B. S. Myung J. S. Choi T. W. Kim

#### ABSTRACT

The concerns of wood vinegar increase with its various applications to food additive, functional drink, and in the sustainable farming. Chaff vinegar, a by-product of chaff charcoal which is produced by distilling smoke and having similar ingredients and efficacy with wood vinegar, contains harmful tar in the acceptable range and can be mass-produced. A chaff vinegar distiller, commercially mass-productive, was developed using a water cooling system. Initially distilled vinegar by the developed system contained little harmful tar in the acceptable range for the agricultural use and its acidity was about pH 3.2. Treatment of the chaff vinegar in the enhancing emergence test showed greater number of emerged seedlings, and vice-versa. Treatment of diluted in 100-holds showed 44.0% of emerged and 8.6% of not-emerged seedlings.

**Keywords :** Wood vinegar, Chaff vinegar, Chaff vinegar distiller.

#### 1. 서 론

국민 소득의 증가에 따라 청정농산물 또는 무공해 농산물 등 안전농산물에 대한 사회적인 관심이 증대되고 있으며, 계절에 관계없이 섭취하고자 하는 욕구가 강해지면서 안전농산물은 일반 농산물에 비해 높은 가격대를 형성하고 있다. 한편, 국내의 시설원예 산업의 발전은 이와 같은 소비 욕구에 부응하는 생산 시설을 갖추게 되었고 주년 생산 체제도 어느 정도 접근해가고 있다.

지금까지 국내 뿐만 아니라 전세계적으로 농업은 농약과 비료에 의존하는 증산 위주로 추진되어 왔다. 농약과 비료에 의한 증산 위주의 농업은 지구촌의 식량부족을 해결하기 위하여 많은 공헌을 한 것은 사실이지만, 지구 환경과 생태계의 보전을 위하여 전반적인 재평가와 새로운 시도가 이루어지고 있다. 즉 지금까지 지역적 또는 소수에 의하여 시도된 화학비료나 농약을 적게 사용하거나 사용하지 않는 유기농업과 같은 친환경농업이 점차 국가적인 시책으로 바뀌어가고 있는 추세이다<sup>1)</sup>.

농업기술과 환경을 조화시켜 농업의 부작용을 줄이

고 생산성을 장기적으로 유지하기 위한 지속 농업은 화학비료와 농약 등의 사용을 줄이고, 유기질 비료의 사용, 무독성·저독성 농약의 사용, 천적과 길항 미생물 등 생물 방제기술을 도입하는 것을 의미한다. 이와 같은 지속적 농업도 산업의 한 분야로서 생산성과 수익성을 무시할 수 없으며, 동시에 생산된 농산물의 상품성과 안전성이 확보되지 않으면 안된다. 이것은 지금까지의 현대농업에서는 상호 모순적인 과제이지만 친환경 첨단기술과 현대적인 경영기법으로 극복해야 할 과제이다.

목초액은 목재의 탄화로 만들어지는 숯의 활용과 더불어 인류의 생활에 밀접하게 사용되어 왔으며 수백년의 역사를 갖고 있다. 최근 친환경농업을 추구하는 일부 농가나 농민단체 등에서 목초액을 방제, 비료, 생장촉진 및 억제, 개화시기 조절, 품질향상, 선도유지 등 다양하게 활용되고 있다. 목초액은 주로 참나무나 대나무와 같은 목재를 원재료로 사용하여 목질이 탄화할 때 발생하는 연기를 액화하여 얻는 초산으로 타르, 메칠알코올, 페놀 등과 같은 유해성분을 제거 정제한 것이다<sup>2)</sup>.

본 연구는 벼의 도정 시 부산물로 나오는 왕겨를

This article was submitted for publication in June 2003; reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in August 2003. The corresponding author is K.M.Lee, professor, Dept. of Bio-Industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University, 1370 Sankyuck-dong Daegu City, 702-701, Korea. e-mail: kmlee@kyungpook.ac.kr  
 The authors : K.S.Park, K.M.Lee, Kyungpook National University; B.S.Myung, J.S.Choi, T.W.Kim, Sangju National University.

원재료로 사용하여, 이 왕겨를 훈탄으로 탄화하는 과정에서 발생하는 연기를 냉각 액화시켜 얻어지는 왕겨초액의 생산과 농업적 활용에 관한 연구이다. 왕겨를 원재료로 하는 왕겨초액은 정제 가공하는 과정을 거치지 않은 초초액 상태로도 유해 성분의 함량이 적어 농업용으로는 사용이 가능하고 적은 비용으로 생산할 수 있다. 특히 본 연구에서는 아직 국내에서는 시도되지 않은 왕겨초액의 제조장치를 개발하였으며, 생산한 왕겨초액의 성분분석과 농업적 활용을 위하여 일련의 시험을 수행한 것이다.

2. 재료 및 방법

가. 왕겨초액의 제조 공정

왕겨초액 제조공정은 Fig. 1과 같이 구성하였다. 즉, 착화하여 굴뚝 온도가 80℃까지 상승하면 응축을 시작하여 초액을 제조하고 여과하여 재나 찌꺼기를 제거한다.

왕겨는 이물질이 없는 깨끗한 것으로 하고 연소하기에 적당하게 건조하여 별도의 다짐없이 연소로내에 채운다. 착화는 착화구 내에 가스 토치로 착화시키거나 신문지를 착화구내에 채우고 착화시킨다. 약 5~10분 정도면 내부연소로에 설치된 착화촉진구 깔대기 주변의 왕겨층에 골고루 착화되고 이어서 굴뚝의 온도가 80℃ 전후까지 상승하는 데 약 30분이 소요된다. 이 때에 굴뚝을 수냉식 냉각수 통에 연결하여 왕

겨의 연소 연기를 수냉방식으로 냉각 응축시킨다. 60ℓ 왕겨를 사용하여 약 20시간 정도에 연소는 완료되고 20ℓ의 왕겨초액을 제조할 수 있다.

나. 왕겨초액 제조장치의 구성

왕겨초액 제조공정에 따라 구성한 왕겨초액의 제조장치는 Fig. 2와 같이 크게 탄화연소부와 냉각부로 구성하였다. 탄화연소부는 왕겨의 투입 및 연소부와 착화부 그리고 집연구(集煙口) 및 굴뚝으로 구성하였으며 연소연기의 냉각은 수냉식으로 구성하여 제작하였다.

왕겨의 투입 및 연소부는 Photo. 1과 같이 1회 투입량 60ℓ로 2중 원통형이며 스테인레스로 제작하여 연소로내의 온도의 유지와 외부 작업자의 안전을 도모하였다. 장치의 외부 하단에는 착화부가 장착되어 있으며 투입된 왕겨가 전면 동시에 착화되도록 내부 원통 속에 수납되는 연소촉진 깔대기를 설치하였다.

왕겨의 연소연기를 수집하여 냉각 응축하는 냉각부는 수냉식으로 냉각수통의 용량을 30ℓ가 되도록 제작하였다. 원통형의 냉각수통 내부에는 연소 연기가 냉각수와의 접촉시간을 크게 하기 위하여 사진 Photo. 2와 같이 뚜껑에 지그재그 칸막이를 형성하였다. 연소로에서 냉각수통까지 연기가 통과하는 굴뚝의 중간에 확대부를 만들어 필터를 장착함으로써 연기가 이 부분을 통과할 때 재 등의 찌꺼기와 타르를 1차 제거하도록 하였다.

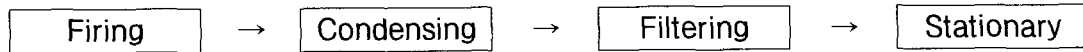


Fig. 1 Manufacturing process of chaff vinegar.

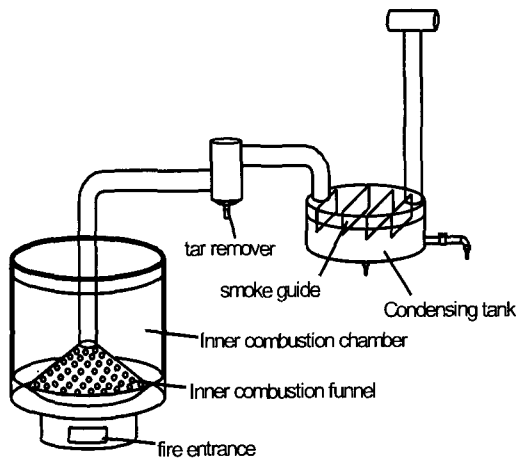


Fig. 2 Chaff vinegar distiller.

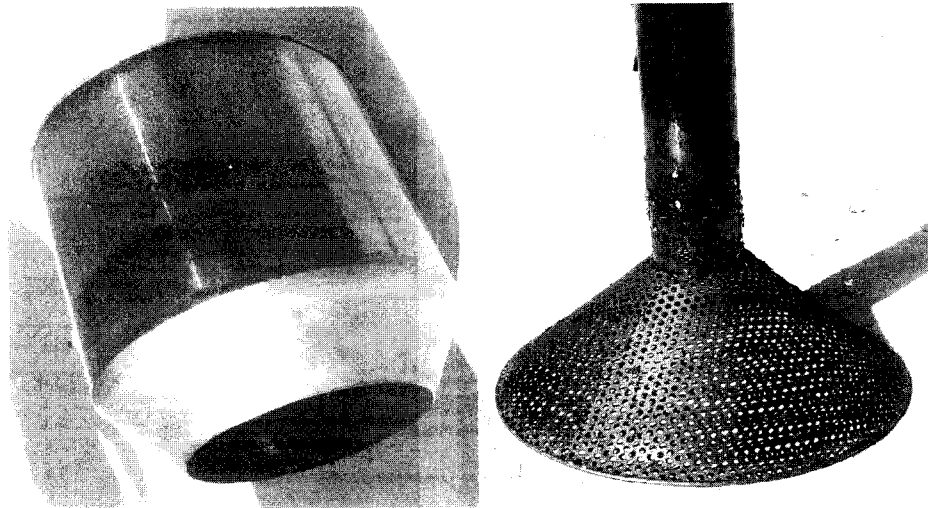


Photo. 1 Inner combustion chamber and funnel.

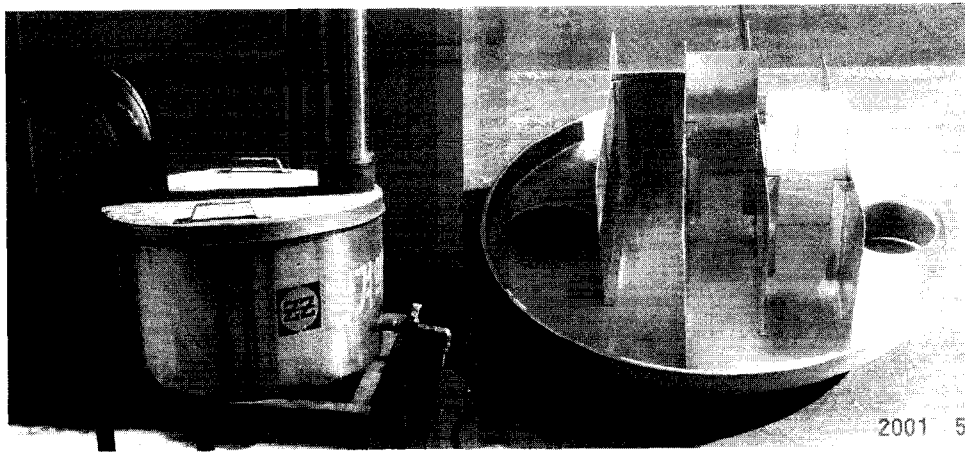


Photo. 2 Condensing tank and smoke guide.

#### 다. 왕겨초액의 분석 및 시험

##### (1) 왕겨초액 성분 분석

목초액은 pH 2~4 범위의 강산 유기화합물로서 보존 조건에 따라 화학 반응에 의하여 그 성분이 변한다. 본 연구결과 제조된 왕겨초액의 유기물 분석은 경북대학교 식품가공학 실험실에 의뢰 실시하였다. 또한 왕겨초액은 200여종의 무기물로 구성되어 있으며 각각의 성분에 의하여 다양한 작용을 하는 것으로 밝혀지고 있다. 왕겨초액의 무기물 분석은 제일분석센터주식회사(울산)에 의뢰하여 분석하였다.

##### (2) 발아촉진시험

종자의 발아 촉진 효과를 확인하기 위하여 봄 무의

발아시험을 실시하였다. 무 종자는 진흥종묘의 신진 무 2001년산이며, 시험은 2002년 3월 6일부터 3월 9일까지 실험실에서 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 왕겨초액의 제조

개발한 왕겨초액 제조장치는 연소통의 용량이 왕겨 60 l 이고 연소하는 데 소요되는 시간은 20시간 전후이다. 굴뚝에서의 온도가 80℃까지 상승하면 냉각수통에서 냉각응축을 시작하고 냉각수통의 용량은 30 l 이며 20 l 의 물을 채워서 초액을 제조한다. Table 1에서와 같이 왕겨초액은 정지(靜置)가 필요없이 조초액

상태에서 바로 사용이 가능하여 생산량이 대량이며 단기간에 생산이 가능하다.

참나무를 사용하는 일반적인 목초액은 목재 100kg으로 조초액 8kg이 응축 생산되고 6개월의 정치 후 상층부 10% 정도인 경타르와 하층부 10% 정도인 목타르를 사용할 수 없고 약 80% 정도가 정제초액으로 사용할 수 있다.

나. 왕겨초액의 성분 분석

왕겨초액의 성분 분석은 경북대학교 식품공학과 식품가공학실에서 실시하였다. 왕겨초액은 Table 2에서와 같이 10~20%가 유기화합물이며 나머지의 80~90%는 수분으로 되어 있다. 이 가운데에서 가장 많은 함유율을 점유하고 있는 것이 바로 초산이다. 이들 가운데에는 여러 유기산류(Propionic acids, Amino acids, Acetic acids와 같은 유기산류) 그리고 메타놀(Methanol), 멀톨(Maltol), 이노시톨(Inositol)과 같은 알콜류, 또 구와이아콜(Guajacol), 크레졸(Cresol), 카바크

롤(Carvacrol), 유게놀(Eugenol)과 같은 페놀류와 이들 외에도 길초산 에스테르류(Kesso-esters)와 같은 중간물질들로 분류할 수 있다.

왕겨초액의 당과 페놀에 대한 성분 분석 결과는 Table 3에 나타났다. 표에서와 같이 총당은 14.5ppm, 페놀은 0.14ppm으로 나타났다. 페놀은 일본의 정제 목초액에서 64ppm이하로 규정하고 있다.

Table 4는 생산한 왕겨초액의 무기물 함량을 제일 분석주식회사에서 분석한 결과를 나타내고 있다. 표에서와 같이 전량질소는 225.8ppm, 암모니아태질소 219.65ppm, 수용성 가리 3.5ppm, 수용성 칼슘 17.55ppm 등으로 나타났다.

Table 5는 개발된 제조기를 이용하여 생산한 왕겨초액의 시간이 경과함에 따라 pH 및 EC의 변화를 나타내고 있다. 표에서와 같이 시간이 경과하여도 pH의 변화는 거의 없었으나 EC는 2개월 후에 0.9ms/cm에서 0.2ms/cm로 변화하였다.

이것은 탱크에 저장중인 왕겨초액이 계속해서 화학적인 변화를 하고 있다는 것을 나타내고 있으며 음이

Table 1 Comparison between wood vinegar and chaff vinegar

	Raw materials	Crude vinegar	Refined vinegar	Stationary period
Chaff vinegar	60 l	20kg	20kg	-
Wood vinegar	100kg	8kg	5kg	6 month

Table 2 General components of chaff vinegar

(unit:%)

Sample	Ingredients				Soluble solids(°Brix)	Total acidity(%)	Tar
	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber			
Chaff vinegar	0.021	0.002	0.02	trace	0.85	3.12	-

Table 3 Contents of sugar and phenolics

(unit:mg/kg)

Sample	Items		
	Total sugar	Reducing sugar	Total phenolics
Chaff vinegar	14.5	2.0	0.14

Table 4 Inorganic content

Analysis item	Result	Analysis item	Result
Color(naked eye)	yellowish brown	Water soluble Mg(mg/kg)	3.048
Nitrogen(mg/kg)	225.8	Water soluble Fe(mg/kg)	0.112
Ammonium nitrogen(mg/kg)	219.65	Water soluble Mn(mg/kg)	0.011
Nitrate nitrogen(mg/kg)	3.89	Water soluble Zn(mg/kg)	0.581
Water soluble K(mg/kg)	3.50	Water soluble Cu(mg/kg)	0.047
Water soluble P(mg/kg)	1.98	Water soluble Na(mg/kg)	27.61
Water soluble Ca(mg/kg)	17.55	Water soluble Pb(mg/kg)	0.012

Table 5 Variation of pH and EC

Date	Item		Date	Item	
	pH	EC(ms/cm)		pH	EC(ms/cm)
Jan. 25	3.90	0.90	Feb. 26	4.01	0.46
Jan. 30	4.00	0.89	March 01	4.02	0.42
Feb. 05	4.00	0.78	March 07	4.05	0.30
Feb. 10	4.02	0.67	March 14	4.05	0.25
Feb. 16	4.03	0.61	March 20	4.04	0.19
Feb. 20	4.01	0.62	March 25	4.01	0.20

Table 6 Germination promoting effect of radish

	Tap water		500 magnification		100 magnification	
	Count	Percentage	Count	Percentage	Count	Percentage
I group	47	25.1	75	43.4	77	44.0
II group	60	32.1	68	39.3	83	47.4
Non-germination	80	42.8	30	17.3	15	8.6
Total	187	100%	173	100%	175	100%

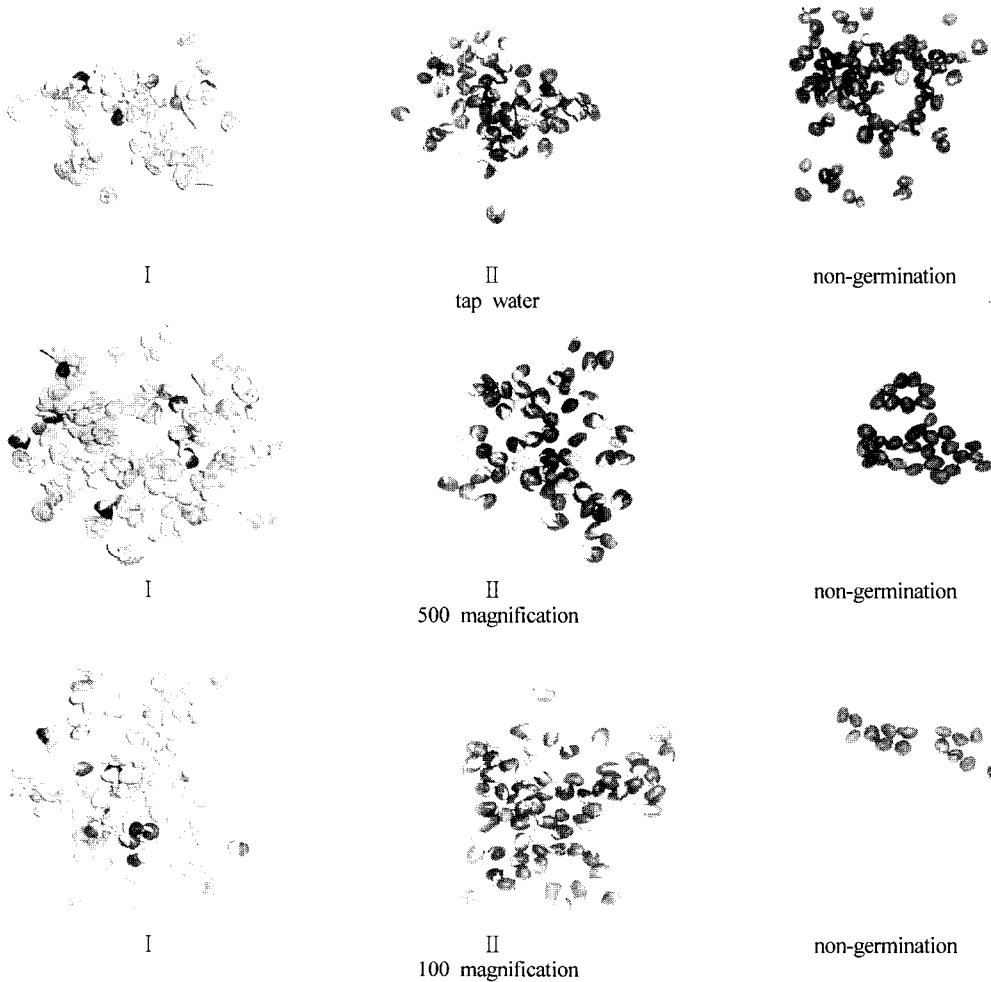


Photo. 3 Test of germination of radish.

온과 양이온이 결합하여 어떤 화학물질을 만들고 그것이 안정된 상태로 탱크에 저장되어 있다고 볼 수 있다. 왕겨초액은 여러 화합물들로써 구성된 지극히 복잡한 혼합물로 이들은 항상 끊임없는 변화가 자체 내에서 진행되고 있다는 사실이다. 즉, 중합적 변화나 축합적 변화들이 속도는 느리지만 간단없이 진행되고 있는 것이다.

다. 발아촉진 효과

Table 6과 Photo. 3은 무 종자의 발아 시험 결과를 나타낸 것이다. 발아 시험은 상온에서 수돗물과 왕겨초액 500배액, 100배액으로 각각 187, 173, 175립의 무 종자를 발아용 사야레에 침지하여 시험하였다. 표의 결과는 침지 3일 후 3mm 이상의 발아를 I 그룹, 3mm 이하의 발아를 II 그룹으로 그리고 발아하지 않는 종자로 3분류 한 자료이다. 표에서와 같이 3mm 이상 발아한 I 그룹은 수돗물에서의 25.1%이며, 왕겨초액 500배액과, 100배액에서는 각각 43.4, 44.0%로 거의 절반 가까이 증가하였고, 반대로 무발아는 수돗물에서 42.8%인 것이 왕겨초액 500배액과, 100배액에서는 17.3, 8.6%로 줄어들어 발아율 향상에 대단히 큰 효과가 있었다. 3mm 이하 발아한 II 그룹은 수돗물에서의 32.1%이며, 왕겨초액 500배액과, 100배액에서는 39.3, 47.4%로 약간 증가한 것으로 나타났다.

4. 요약 및 결론

최근 친환경 농업용이나 음용, 식품첨가제 등으로

목초액에 대한 관심이 증대되고 있다. 목초액과 성분과 효능이 유사한 왕겨초액은 왕겨를 연소하여 혼탄을 제조할 때 연기를 포집 냉각하여 만든 초산으로 조초액 상태에서도 타르 등 유해 성분이 허용범위 이내이며, 대량 생산이 가능한 장점이 있다. 왕겨초액의 대량생산을 위한 제조장치 개발과 왕겨초액의 농업적 활용에 관한 시험에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 수냉방식의 응축 냉각 장치를 도입한 왕겨초액 대량 생산 시스템을 개발하였다.
- (2) 개발한 왕겨초액 제조장치는 왕겨 60 l를 20 시간 전후 연소하여 20 l의 왕겨초액을 생산할 수 있다.
- (3) 개발한 시스템으로 생산한 왕겨초액은 조초액 상태에서 pH는 3.2 전후이고 용해 타르 등 유해 성분이 농업적 이용 허용범위 내에 있었다.
- (4) 왕겨초액 처리에 의한 발아촉진 시험에서 파종 후 3mm 이상 발아한 수로 비교한 결과, 무시용에서는 25.1%, 500배액에서는 43.4%, 100배액에서는 44.0%로 증가하였으며, 무발아 수는 무시용 42.8%, 500배액 17.3%, 100배액 8.6%로 나타나 발아촉진 효과가 큰 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 1. NACF learning center. 1996. Environment agriculture.
- 2. Shin, H. K. 2001. Environment science, Printed Donghwapublish.